(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 4-1
2024

УДК: 622.235 10.70769/3030-3214.SRT.2.4-1.2024.15

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ КАРЬЕРА ПУТЕМ ФОРМИРОВАНИЯ ВОГНУТОГО ПРОФИЛЯ ОТКОСА ВЫСОКОГО УСТУПА

Заиров Шерзод Шарипович
Начальник сектора научных исследований Филиала НИТУ «МИСИС» в г. Алмалык, д.т.н., профессор, Алмалык, Узбекистан
E-mail: sher-z@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-1513-5683

Номдоров Рустам Уралович
Доцент Каршинского инженерно-экономического института, PhD, Карши, Узбекистан
E-mail: rustamnomdorov@mail.ru
ORCID ID: 0009-0000-6987-8995

Билдюк Егор Викторович
Старший преподаватель Белорусский национальный технический университет, Беларусь
E-mail: bil007bil@gmail.com
ORCID ID: 0000-0001-8494-9093

Олимов Фарусхон Музаффар угли
Доцент Каршинского инженерно-экономического института, PhD, Карши, Узбекистан
E-mail: farusxon@mail.ru
ORCID ID: 0009-0003-3787-3657

Аннотация. *Работа посвящена способу обеспечения устойчивости откосов бортов карьеров, включая использование предварительного щелеобразования и поэтапного взрывания уступов. Проведенные исследования показали, что углы откосов до 70° могут быть безопасно реализованы в различных горно-геологических условиях при соблюдении конструктивных параметров.*

Особое внимание уделено применению наклонных скважин с контурными зарядами из эмульсионных взрывчатых веществ (альмонит, нобелит), которые обеспечивают минимальные нарушения массива и эффективное дробление породы. Разделение уступа на три подуступа и последовательное выполнение взрывных работ позволило равномерно распределить нагрузку и снизить риск осыпаний и оползней.

Методика продемонстрировала свою универсальность и пригодность для глубоких карьеров с учетом сложных геологических условий. Предложенные подходы способствуют снижению затрат, повышению безопасности и производительности горных работ, а также минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

Полученные результаты открывают новые возможности для совершенствования методологий проектирования карьеров и устойчивого развития горнодобывающей отрасли.

Ключевые слова: *устойчивость откосов, карьеры, углы откосов, буровзрывные работы (БВР), предварительное щелеобразование, наклонные скважины, контурные заряды, вогнутый профиль откоса, трещинообразование, глубокие карьеры.*

YUQORI POG‘ONA QIYALIGINING BOTIQ PROFILINI SHAKLLANTIRISH YO‘LI BILAN KARYER BORTLARINING TURG‘UNLIGINI OSHIRISH USULI

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 4-1
2024

Zairov Sherzod Sharipovich
Olmaliq shahridagi NITU "MISiS" filiali ilmiy tadqiqotlar sektori boshlig'i, texnika fanlari doktori, professor, Olmaliq, O'zbekiston

Nomdorov Rustam Uralovich
Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti dotsenti, PhD, Qarshi, O'zbekiston

Bildyuk Egor Viktorovich
Belarus Milliy Texnika Universitetining katta o'qituvchisi, Belarus

Olimov Farushon Muzaffar o'g'li
Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti dotsenti, PhD, Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya. *Maqola karer qiyaliklarining barqarorligini ta'minlash usullarini tahlil qilishga bag'ishlangan bo'lib, unda oldindan yarilgan yoriqlarni hosil qilish va pog'onalarni bosqichma-bosqich portlatish usullaridan foydalanish ko'rib chiqilgan. O'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, konstruktiv parametrlar talablari bajarilgan holda, qiyalik burchaklarini 70° gacha xavfsiz amalga oshirish mumkin.*

Alohida e'tibor emulsion portlovchi moddalar (almonit, nobelit) bilan to'ldirilgan kontur zaryadlari yordamida qiyalik teshiklarini egilgan holatda burg'ilashga qaratilgan bo'lib, bu usul jins massasi buzilishini minimal darajaga keltiradi va jinsni samarali maydalashni ta'minlaydi. Pog'onani uchta kichik pog'onaga ajratish va portlatish ishlarini ketma-ket amalga oshirish yukni teng taqsimlashga va qulash hamda ko'chkilar xavfini kamaytirishga imkon berdi.

Metodika o'zining universalligi va murakkab geologik sharoitlarni hisobga olgan holda chuqur karyerlar uchun mosligini isbotladi. Taklif etilgan yondashuvlar xarajatlarni kamaytirish, xavfsizlik va tog'-kon ishlari samaradorligini oshirish, shuningdek, atrof-muhitga salbiy ta'sirni minimallashtirishga yordam beradi.

Olingan natijalar karyerlarni loyihalash metodologiyalarini takomillashtirish va tog'-kon sanoatining barqaror rivojlanishi uchun yangi imkoniyatlar yaratadi.

Kalit so'zlar: *qiyaliklarning barqarorligi, karerlar, qiyalik burchaklari, burg'ilash-portlatish ishlari (BPI), dastlabki tirqish hosil qilish, qiya quduqlar, konturli zaryadlar, qiyalikning botiq profili, yoriq hosil qilish, chuqur karyerlar.*

A METHOD FOR INCREASING THE STABILITY OF QUARRY SLOPES BY FORMING A CONCAVE PROFILE OF A HIGH BENCH SLOPE

Zairov Sherzod Sharipovich
Head of the Scientific Research Sector of the Branch of NITU 'MISiS' in Almalyk, Doctor of Technical Sciences, Professor, Almalyk, Uzbekistan

Nomdorov Rustam Uralovich
Associate Professor of the Karshi Engineering-Economics Institute, PhD, Karshi, Uzbekistan

Bildyuk Yahor Viktorovich
Senior Lecturer at the Belarusian National Technical University, Belarus

Olimov Farushon Muzaffar ugli
Associate Professor of the Karshi Engineering-Economics Institute, PhD, Karshi, Uzbekistan

Abstract. *The article is devoted to the analysis of methods for ensuring the stability of quarry slopes, including the use of preliminary slotting and staged blasting of benches. The conducted studies have shown that slope angles of up to 70° can be safely implemented under various mining and geological conditions, provided that structural parameters are adhered to.*

Particular attention is paid to the use of inclined boreholes with contour charges made from emulsion explosives (Almonite, Nobelite), which ensure minimal disruption to the rock mass and efficient rock fragmentation. Dividing the bench into three sub-benches and performing blasting operations sequentially allowed for even load distribution and reduced the risk of collapses and landslides.

The methodology has demonstrated its versatility and suitability for deep quarries, taking into account complex geological conditions. The proposed approaches contribute to cost reduction, increased safety and efficiency of mining operations, as well as minimizing negative environmental impacts.

The results obtained open up new opportunities for improving quarry design methodologies and promoting sustainable development in the mining industry.

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 4-1
2024

Keywords. *slope stability, quarries, slope angles, blasting operations , preliminary cracking, slope wells, contour charges, slope profile, cracking, deep quarries.*

Введение. При разработке карьеров одним из ключевых факторов, определяющих эффективность и безопасность горных работ, является устойчивость откосов бортов. От углов откосов и высоты уступов напрямую зависят такие параметры, как качество добываемого полезного ископаемого, скорость продвижения фронта работ, объем горно-капитальных работ, а также общая протяженность внутрикарьерных путей и дорог [1].

Исследования [2-7] показали, что формирование откосов с углами до 70° возможно в различных горно-геологических и климатических условиях. Однако увеличение углов откосов требует применения специальных методов и конструктивных решений, направленных на снижение риска деформаций массива и сохранение устойчивости откосов.

В условиях сложных горно-геологических разрезов и глубоких карьеров проблема обеспечения устойчивости откосов приобретает особую актуальность. Отсутствие универсальных методик для расчета параметров буровзрывных работ (БВР), предназначенных для создания экранирующей щели, вызывает необходимость проведения индивидуальных исследований и разработки решений для каждого участка [2].

Целью данной работы является разработка способа формирования устойчивых откосов бортов в карьерах, включая использование предварительного щелеобразования и разделение уступов на подуступы. Рассматриваются основные параметры, технологии и последовательности взрывных работ, обеспечивающие минимизацию нарушений массива, предотвращение трещинообразования и оползаний, а также повышение безопасности горных работ.

Методика. Для обеспечения устойчивости откосов бортов карьера применялась методика предварительного щелеобразования, предполагающая формирование вогнутого профиля откоса высокого уступа. Это позволило снизить степень нарушения массива, уменьшить вероятность трещинообразования, осыпей и оползаний [3, 4].

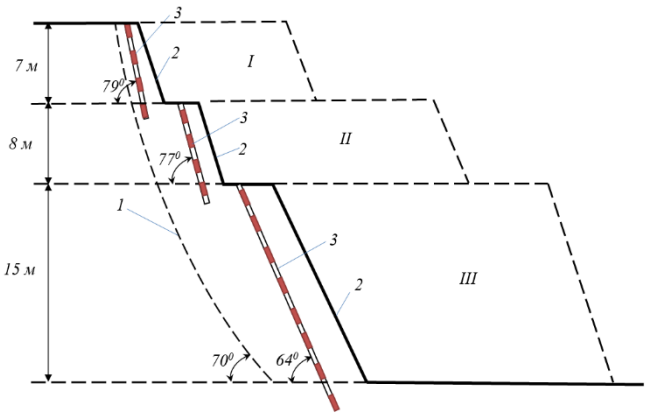
Исследования проводились с учетом горно-геологических условий карьера и включали следующие этапы:

1. Разделение уступа на подуступы. Уступ высотой 30 м был разделен на три горизонта: I (верхний горизонт), II (средний горизонт) и III (нижний горизонт). Каждый горизонт взрывался раздельно с использованием наклонных скважин (рис. 1).

2. Бурение наклонных скважин. Для верхнего горизонта (высота 7 м) бурились наклонные скважины под углом 79° глубиной 8 м и диаметром 110 мм. Расстояние между скважинами составляло 2 м.

Для среднего горизонта (высота 8 м) бурились скважины под углом 77° глубиной 9 м и диаметром 110 мм. Расстояние между скважинами также составляло 2 м.

Для нижнего горизонта (высота 15 м) бурились скважины под углом 64° глубиной 17 м и диаметром 110 мм. Расстояние между скважинами составляло 2 м.



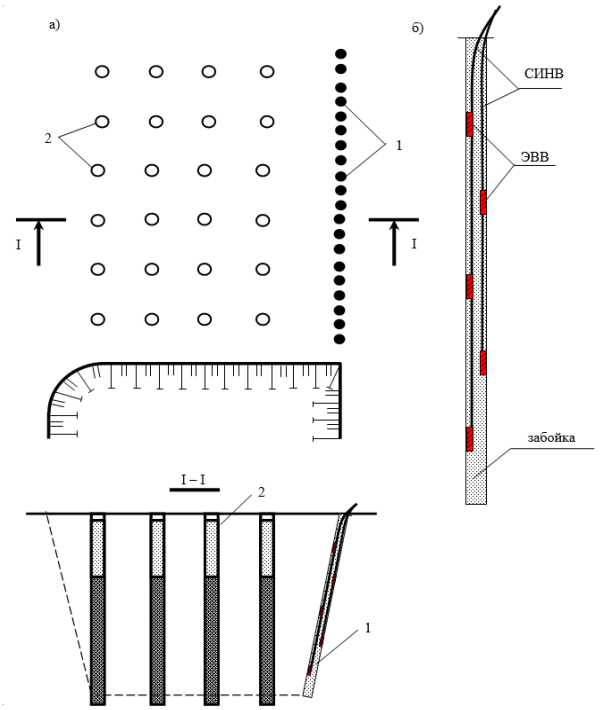
1 – конечный контур карьера; 2 – откос уступа карьера; 3 – наклонная контурная скважина; I – верхний горизонт; II – средний горизонт; III – нижний горизонт

Рис.1. Схема заоткоски уступов в приконтурной зоне карьера.

3. Формирование зарядов. Заряды в контурных скважинах формировались из промежуточных детонаторов с использованием эмульсионного взрывчатого вещества марок альмонит или нобелит. Детонирующий шнур

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 4-1
2024

размещался в виде гирлянд с удельным расходом 2 кг/м (рис. 2).



1 – скважины отрезной щели; 2 – скважины дробления

Рис.2. Схема расположения скважин (а) и конструкция заряда (б) при контурном взрывании.

4. Контурное взрывание. Взрывание осуществлялось в три этапа, начиная с верхнего горизонта, с последовательным выполнением подрывных работ на каждом уровне. Такой подход позволил минимизировать нагрузку на законтурный массив и сохранить его целостность.

5. Контроль и анализ. После каждого этапа взрывания проводился анализ состояния откосов, включающий визуальное наблюдение и инструментальные замеры. Основное внимание уделялось степени нарушения массива, наличию трещин и устойчивости откосов.

Применение данной методики обеспечило:

– снижение осыпеобразования и риска оползаний;

– устойчивость откосов с углами до 70°;

– минимизацию негативного влияния взрывных работ на законтурный массив;

– повышение безопасности ведения горных работ в карьере.

Данная методика может быть адаптирована под различные горно-геологические условия карьеров и рекомендована для широкого применения при разработке глубоких карьеров.

Результаты. Проведенные исследования показали эффективность применения предварительного щелеобразования для обеспечения устойчивости откосов карьера и минимизации негативного воздействия взрывных работ на законтурный массив. Основные результаты представлены ниже:

1. **Формирование устойчивых откосов.** Разделение уступа на три горизонта с последовательным взрыванием (I, II, III) позволило достичь равномерного распределения нагрузки на массив, минимизировать трещинообразование и сохранить устойчивость откосов.
2. **Эффективность наклонных скважин.** Использование наклонных скважин под углами 79°, 77° и 64° обеспечило оптимальные параметры взрывных работ. Расстояние между скважинами, составляющее 2 м, доказало свою пригодность для минимизации деформации массива.
3. **Применение контурных зарядов.** Заряды из эмульсионного взрывчатого вещества (альмонит, нобелит) с использованием детонирующего шнура в виде гирлянд с удельным расходом 2 кг/м способствовали эффективному дроблению массива без значительных нарушений его структуры.
4. **Снижение осыпеобразования.** Формирование вогнутого профиля откоса позволило уменьшить вероятность осыпей и оползаний, что особенно важно для глубоких карьеров с углами откосов до 70°.
5. **Безопасность горных работ.** Применение данной методики обеспечило сохранность законтурного массива и безопасность проведения горных работ.
6. **Устойчивость откосов.** Предложенная последовательность взрывных работ и параметры щелеобразования продемонстрировали высокую устойчивость откосов карьера в сложных горно-геологических условиях.
7. **Минимизация затрат.** Снижение осы-

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 4-1
2024

преобразования и упрощение работ в законтурной зоне позволили сократить затраты на горные работы и повысить их производительность.

8. **Универсальность методики.** Разработанная методика может быть адаптирована для применения в различных горно-геологических и климатических условиях, что делает её универсальным инструментом для повышения эффективности разработки глубоких карьеров.

Таким образом, результаты подтверждают целесообразность использования предварительного щелеобразования и предложенных параметров взрывных работ для формирования устойчивых откосов карьера, повышения безопасности и снижения затрат на горные работы.

Заключение. Проведенные исследования демонстрируют важность применения инновационных решений для повышения безопасности и эффективности горных работ.

В соответствии с «Методикой исследования действия взрыва оконтуривающих скважинных зарядов взрывчатых веществ в приконтурной зоне карьера» на карьере «Ёшлик-I» месторождения Кальмакыр АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» проведены опытно-промышленные испытания новой конструкции и эффективных параметров контурного взрывания. Проведенные промышленные взрывы показали, что при использовании разработанного способа получен устойчивый откос 30-метрового уступа с углом откоса 700, предотвратив необходимость в дополнительной разноске бортов, одновременно повысив безопасность ведения работ на нижележащих горизонтах. Разработанные эффективные параметры контурного взрывания обеспечили создание максимально широкой экранирующей щели при заданном ограничении мощности зоны нарушений межблочных связей в приоткосной части массива.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заиров Ш.Ш., Уринов Ш.Р., Равшанова М.Х., Номдоров Р.У. Физико-техническая оценка устойчивости бортов карьеров с учетом технологии ведения буровзрывных работ. Монография. – Бухоро: изд-во «Бухоро», 2020. – 175 с.
2. Заиров Ш.Ш., Уринов Ш.Р., Тухташев А.Б. Анализ технологии ведения открытых горных работ и отстройки бортов карьеров // Национальное информационное агентство Узбекистана УзА. Отдел науки (электронный журнал). – Ташкент, июнь, 2020. – С. 1-15.
3. Заиров Ш.Ш., Номдоров Р.У. Способ формирования предварительной щели при отстройке уступов в предельном контуре бортов карьера // Материалы Международной конференции на тему: «Актуальные проблемы современной науки и инноваций в Центрально-Азиатском регионе». – Джизак, 26 сентября 2020 г. – С. 334-337.
4. Уринов Ш.Р. Научное обоснование методов управления устойчивостью бортов карьеров с учетом технологии ведения буровзрывных работ // Дисс. ... докт. техн. наук. – Навои, 2020. – 169 с.
5. Правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. – Ташкент: Узбекистон, 1996. – 126 с.
6. Силкин А.А., Кольцов В.Н. Геомеханический анализ и система контроля деформаций бортов карьера Мурунтау // Горный журнал. Спец. вып. – Москва, 2002. – С. 60-65.
7. Силкин А.А., Кольцов В.Н., Шеметов П.А., Жиянов Ю.А., Иноземцев С.Б. Управление долговременной устойчивостью откосов на карьерах Узбекистана. – Ташкент: Фан, 2005. – 229 с.